

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-119443

(43)Date of publication of application : 30.04.1999

(51)Int.Cl.

G03F 7/40
G03F 7/039
H01L 21/027

(21)Application number : 09-280783

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 14.10.1997

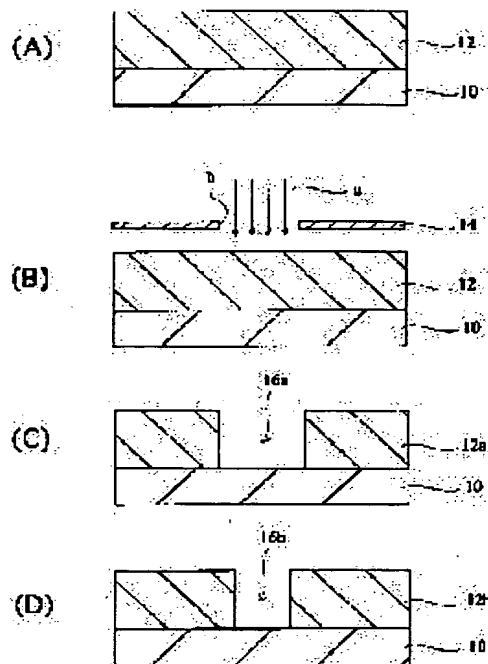
(72)Inventor : FURUKAWA TAKAMITSU
AOYAMA RYOICHI

(54) FORMATION OF RESIST PATTERN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a technique for making resist patterns finer without depending on a short-wavelength light, such as ArF light (wavelength 198 nm).

SOLUTION: A positive resist 12 is first applied on a film 10 to be formed. Next, the positive resist is exposed by using a prescribed mask 14. The patterns of the mask are transferred to the positive resist by exposing the positive resist via the mask. Next, the positive resist is developed to form temporary resist patterns 12a. Hole patterns 16a are formed in the positions of the temporary resist patterns corresponding to the opening parts b of the mask. The temporary resist patterns are baked after development. The temporary resist patterns are deformed by this baking, by which the resist patterns 12b are formed. The baking of the resist is intrinsically carried out for the purpose of removing the residual solvent and residual moisture but in this embodiment, the baking is executed at a temp. higher than the temp. of the ordinary baking for the purpose described above. The baking is executed at a temp. higher than usual in such a manner to reduce the size of the temporary resist patterns. Consequently, the bore of the hole patterns is reduced and the novel hole patterns 16b are formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

JP,11-119443,A

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The process which applies a resist on the processed film, and the process which exposes said resist using a predetermined mask, Said temporary resist pattern is made to transform by performing BEKU after development at the process which develops said resist and forms a temporary resist pattern, and temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture. The formation approach of the resist pattern characterized by including the process which forms a resist pattern.

[Claim 2] It is the formation approach of the resist pattern characterized by performing BEKU after said development in the formation approach of a resist pattern according to claim 1 at the temperature of the range of 120 degrees C - 130 degrees C.

[Claim 3] The process which applies POJIREJISUTO on the processed film, and the process which performs 1st exposure of said POJIREJISUTO using a predetermined mask, The process which develops negatives, removes the sensitization part of said POJIREJISUTO, and forms a temporary resist pattern, The formation approach of the resist pattern characterized by including the process which performs 2nd exposure which makes imperfection expose said temporary resist pattern, and the process which performs BEKU, is made to transform said temporary resist pattern, and forms a resist pattern.

[Claim 4] The formation approach of the resist pattern characterized by performing said 2nd exposure at the time of activation of BEKU after said development in the formation approach of a resist pattern according to claim 3.

[Claim 5] The process which applies POJIREJISUTO on the processed film, and the process which performs 1st exposure of said POJIREJISUTO using a predetermined mask, The process which develops negatives, removes the sensitization part of said POJIREJISUTO, and forms a temporary resist pattern, The process which performs the 1st BEKU at temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture, is made to transform said temporary resist pattern, and forms a resist pattern, The formation approach of the resist pattern characterized by including the process which performs 2nd exposure which exposes said resist pattern thoroughly, and the process which performs the 2nd BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture.

[Claim 6] The process which applies POJIREJISUTO on the processed film, and the process which performs 1st exposure of said POJIREJISUTO using a predetermined mask, The process which develops negatives, removes the sensitization part of said POJIREJISUTO, and forms a temporary resist pattern, BEKU is performed at temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture. The formation approach of the resist pattern characterized by inhibiting deformation of the temporary resist pattern concerned and forming a resist pattern by performing 2nd exposure which exposes said temporary resist pattern thoroughly during activation of said BEKU including the process made to transform said temporary resist pattern.

[Claim 7] The process which applies POJIREJISUTO on the processed film, and the process which performs 1st exposure of said POJIREJISUTO using a predetermined mask, The process which develops negatives, removes the sensitization part of said POJIREJISUTO, and forms a temporary resist pattern, BEKU is performed at temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture. The process made to transform said temporary resist pattern is included. During activation of said BEKU By performing 2nd exposure which makes imperfection expose said temporary resist pattern, and performing 3rd exposure which exposes said temporary resist pattern thoroughly further The formation approach of the resist pattern characterized by inhibiting deformation of the

temporary resist pattern concerned and forming a resist pattern.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the formation approach of the resist pattern in a photolithography processes of a semi-conductor production process.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally in semi-conductor manufacture, a photolithography techniques are used as a component or the pattern formation approach of wiring. Photolithography performs patterning using aligners, such as a stepper, to the photoresist applied on the substrate. It is required with high integration and detailed-izing of LSI in recent years that a more detailed resist pattern should be formed. For this reason, instead of i line (wavelength of 365nm) of a mercury lamp, the deep UV (ultraviolet) light (wavelength of 248nm) of KrF excimer laser is beginning to be applied as an exposure light for forming a resist pattern. Formation of a thereby more detailed resist pattern is being attained.

[0003] However, the conventional resist for i lines does not have high sensibility 248nm near light wave length. Therefore, the resist of dedication which has high sensibility in the wavelength field of deep UV light must be used. Chemistry magnification mold POJIREJISUTO is marketed as a resist which has high sensitivity comparatively in current and a deep UV wavelength field. It is thought that the predominance of the sensibility of this type of resist continues not to change, therefore becomes the mainstream of a resist.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the demand of detailed-izing of the further pattern continues to be made, and any are expected that a limitation comes also to above-mentioned KrF excimer laser and the pattern formation approach using chemistry magnification mold POJIREJISUTO. Moreover, now, utilization of the exposure technique using short wave Nagamitsu, such as ArF light (wavelength of 198nm), is not in prospect. Therefore, it is necessary to consider the

detailed-ized technique of a resist pattern newly without depending on short wavelength-ization of such an exposure light.

[0005]

[Means for Solving the Problem] Then, the process which applies a resist on the processed film according to the formation approach of the resist pattern this invention, The process which exposes a resist using a predetermined mask, and the process which develops a resist and forms a temporary resist pattern, By performing BEKU after development at temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture, a temporary resist pattern is made to transform and it is characterized by including the process which forms a resist pattern.

[0006] Thus, a temporary resist pattern can be made to transform by performing BEKU after development. This is because a scarce resist becomes bored by thermal resistance in response to heat (this phenomenon is called a heat flow.). For example, by the hole pattern formed in the resist, the resist part around a hole melts in a hole, and the aperture of a hole contracts. Thus, the pattern dimension of a temporary resist pattern can be made to reduce by BEKU. And since it is generated in homogeneity in each part, the cutback of this pattern dimension is not dependent on a pattern (configuration).

[0007] Moreover, the amount of cutbacks of a pattern dimension is controllable by the temperature of BEKU. As mentioned above, BEKU after development is good to carry out at temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture.

[0008] For example, it is common to perform usual BEKU at about 90 degrees C to chemistry magnification mold POJIREJISUTO TDUR-P7 (trade name) by TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD. However, when aiming at the cutback of a pattern dimension, it is suitable to perform BEKU after development at the temperature of the range of 120 degrees C - 130 degrees C.

[0009] Moreover, the process which applies POJIREJISUTO on the processed film according to the formation approach of the resist pattern this invention, The process which performs 1st exposure of POJIREJISUTO using a predetermined mask, It is characterized by including the process which develops negatives, removes the sensitization part of POJIREJISUTO

and forms a temporary resist pattern, the process which performs 2nd exposure which makes imperfection expose a temporary resist pattern, and the process which performs BEKU, is made to transform a temporary resist pattern, and forms a resist pattern.

[0010] Thus, 2nd exposure is performed to the non-exposed part, i.e., the temporary resist pattern, after the 1st exposure. In this 2nd exposure, if it is made to perform complete exposure of suitable light exposure with the light of suitable wavelength, the thermal resistance of a temporary resist pattern will improve. Therefore, the amount of dimension cutbacks of the temporary resist pattern to change of the temperature of BEKU becomes small. Therefore, the amount of dimension cutbacks of a pattern is controllable by the 2nd exposure and BEKU.

[0011] Moreover, in the formation approach of the resist pattern this invention, it is good preferably to perform 2nd exposure at the time of activation of BEKU after development.

[0012] If it does in this way, since the 2nd exposure will be completed in BEKU time amount, a throughput does not fall.

[0013] Moreover, the process which applies POJIREJISUTO on the processed film according to the formation approach of the resist pattern this invention, The process which performs 1st exposure of POJIREJISUTO using a predetermined mask, The process which develops negatives, removes the sensitization part of POJIREJISUTO and forms a temporary resist pattern, The process which performs the 1st BEKU at temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture, is made to transform a temporary resist pattern, and forms a resist pattern, It is characterized by including the process which performs 2nd exposure which exposes a resist pattern thoroughly, and the process which performs the 2nd BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture.

[0014] Thus, the 1st BEKU is performed for the purpose of the dimension cutback of a pattern, and 2nd exposure is performed continuously. Since the resist pattern formed of the 1st BEKU is thoroughly exposed in this 2nd exposure, deformation of a pattern does not arise in the 2nd BEKU performed next. That is, in this 2nd BEKU, clearance of the residual solvent contained in a resist pattern and residual moisture can be aimed

at. Thus, the amount of dimension cutbacks of a pattern is controllable by the temperature and time amount of the 1st BEKU.

[0015] Moreover, the process which applies POJIREJISUTO on the processed film according to the formation approach of the resist pattern this invention, The process which performs 1st exposure of POJIREJISUTO using a predetermined mask, The process which develops negatives, removes the sensitization part of POJIREJISUTO and forms a temporary resist pattern, BEKU is performed at temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture. It is characterized by inhibiting deformation of the temporary resist pattern concerned and forming a resist pattern by performing 2nd exposure which exposes a temporary resist pattern thoroughly during activation of BEKU including the process made to transform a temporary resist pattern.

[0016] Thus, a temporary resist pattern is thoroughly exposed by performing 2nd exposure in the middle of BEKU. Therefore, the amount of dimension cutbacks of a temporary resist pattern is controllable by baking temperature and time amount until it performs 2nd exposure from BEKU initiation. Moreover, after the 2nd exposure can perform BEKU continuously for the purpose of clearance of the residual solvent contained in a resist pattern, and residual moisture. Therefore, a throughput does not fall.

[0017] Moreover, the process which applies POJIREJISUTO on the processed film according to the formation approach of the resist pattern this invention, The process which performs 1st exposure of POJIREJISUTO using a predetermined mask, The process which develops negatives, removes the sensitization part of POJIREJISUTO and forms a temporary resist pattern, BEKU is performed at temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture. By performing 2nd exposure which makes imperfection expose a temporary resist pattern during activation of BEKU including the process made to transform a temporary resist pattern, and performing 3rd exposure which exposes a temporary resist pattern thoroughly further It is characterized by inhibiting deformation of the temporary resist pattern concerned and forming a resist pattern.

[0018] Thus, imperfection is made to expose a temporary resist pattern by performing 2nd

exposure in the middle of BEKU. Consequently, the thermal resistance of a temporary resist pattern improves. Then, a temporary resist pattern is thoroughly exposed by performing 3rd exposure during activation of BEKU. Therefore, it is controllable by light exposure [in / for the amount of dimension cutbacks of a temporary resist pattern / baking temperature and the 2nd exposure], and time amount until it performs 3rd exposure from BEKU initiation. Moreover, after the 3rd exposure can perform BEKU continuously for the purpose of clearance of the residual solvent contained in a resist pattern, and residual moisture. Therefore, a throughput does not fall.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to drawing, it explains per gestalt of implementation of this invention. In addition, drawing has shown the configuration etc. roughly to extent which can understand this invention. Moreover, numerical conditions, an ingredient, etc. which are indicated below are only a mere example. Therefore, this invention is not limited to the gestalt of this operation at all.

[0020] [the gestalt of the 1st operation] -- the gestalt of this operation explains per 1st formation approach of a resist pattern. Drawing 1 is a sectional view with which explanation of the 1st formation approach of a resist pattern is presented. By this approach, POJIREJISUTO 12 is first applied on the processed film 10 (drawing 1 (A)). The processed film 10 is film which performs patterning by etching which used the resist pattern. This resist pattern processes and forms POJIREJISUTO 12. As POJIREJISUTO 12, chemistry magnification mold POJIREJISUTO (TDUR-P7 by TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD.) is used. POJIREJISUTO 12 is applied and formed in the top face of the processed film 10 by the revolution applying method. In this example, POJIREJISUTO 12 of 10000A (angstrom) thickness is formed.

[0021] Next, POJIREJISUTO 12 is exposed using the predetermined mask 14 (drawing 1 (B)). By exposing POJIREJISUTO 12 through a mask 14, the pattern of a mask 14 is imprinted to POJIREJISUTO 12. With the gestalt of this operation, this exposure is performed using the KrF excimer laser light a. That is, it lets the opening part b of a mask 14 pass, and a laser beam with a wavelength of 248nm is irradiated at POJIREJISUTO 12. Consequently, the part of POJIREJISUTO 12 irradiated by the laser beam

exposes. Therefore, the latent image reflecting the pattern of a mask 14 is formed in POJIREJISUTO 12 as a non-exposed part. In addition, what is necessary is just to set up the physical relationship of POJIREJISUTO 12 and a mask 14 etc. suitably according to various kinds of exposure methods.

[0022] Next, POJIREJISUTO 12 is developed and temporary resist pattern 12a is formed (drawing 1 (C)). As a developer, alkali water solutions, such as a TMAH water solution, are used. The processed film 10 which exposure ended is made immersed in this developer, it dissolves selectively and the sensitization part of POJIREJISUTO 12 is removed. Then, since the pattern corresponding to the latent image of POJIREJISUTO 12 remains on the processed film 10, temporary resist pattern 12a of a predetermined pattern is obtained. As shown in drawing 1 (C), hole pattern 16a is formed in the location of temporary resist pattern 12a corresponding to the opening part b of a mask 14.

[0023] BEKU of temporary resist pattern 12a is performed after development. Temporary resist pattern 12a is made to transform by this BEKU, and resist pattern 12b is formed (drawing 1 (D)). Properly speaking, BEKU to a resist carries out for the purpose of clearance of a residual solvent and residual moisture. However, the gestalt of this operation performs BEKU at temperature higher than usual BEKU of the above-mentioned object. Thus, the dimension of temporary resist pattern 12a is made to reduce by performing BEKU at temperature higher than usual. That is, the aperture of hole pattern 16a is made to reduce, and new hole pattern 16b is formed.

[0024] Drawing 2 is a graph which shows the BEKU time dependency of a pattern dimension typically. Time amount is taken along an axis of abscissa, and a dimension is taken along an axis of ordinate and it is shown in it. Among drawing, time amount t0 is BEKU start time, and time amount t1 is BEKU end time. Moreover, each of the segments a, b, c, and d shown in drawing 2 shows time amount change of the pattern dimension value (aperture value of hole pattern 16b (16a)) when changing baking temperature, respectively. Segment a shows the dimensional change at the time of setting up the usual baking temperature. Moreover, Segments b, c, and d show the dimensional change at the time of setting up temperature highly rather than the usual baking temperature. In addition, Segments

b, c, and d correspond, when baking temperature is highly set up in this sequence. For example, when making baking temperature at the time of usual BEKU into 90 degrees C, the gestalt of this operation performs BEKU at the temperature of 120 degrees C, 125 degrees C, or 130 degrees C. In this case, Segment a shows the dimensional change at the time of 90 degrees C, Segment b shows the dimensional change at the time of 120 degrees C, Segment c shows the dimensional change at the time of 125 degrees C, and Segment d shows the dimensional change at the time of 130 degrees C. As shown in drawing 2, a pattern dimension contracts with the passage of time during BEKU activation. And the one where baking temperature is higher has the large reduction percentage of a pattern dimension so that clearly from comparison of each segment.

[0025] Drawing 3 is a graph which shows the baking temperature dependency of a pattern dimension. Baking temperature (degree-C unit) is taken along an axis of abscissa, and the range of 80 degrees C - 130 degrees C is shown with the graduation on it every 10 degrees C. Moreover, a pattern dimension (micrometer unit) is taken along an axis of ordinate, and the range of 0.15 micrometers - 0.3 micrometers is indicated to be a graduation every 0.05 micrometers. In the graph, the aperture of measured hole pattern 16b is made equivalent to baking temperature, and the white round-head notation has shown. In addition, BEKU time amount (that is, (t1-t0), it is equivalent to time amount.) was made into 60 seconds.

[0026] Moreover, drawing 4 is the table showing the aperture value of measured hole pattern 16b. In the 1st line of a table, baking temperature and BEKU time amount are indicated. And to the 2nd line of a table, corresponding measured value is indicated per mum. That is, an aperture value is 0.174 micrometers, when it is "90-degree-C60s" (that is, baking temperature is 90 degrees C and BEKU time amount is 60 seconds.), aperture values are 0.269 micrometers and "120-degree-C60s" (that is, baking temperature is 120 degrees C and BEKU time amount is 60 seconds.) and aperture values are 0.245 micrometers and "125-degree-C60s" (that is, baking temperature is 125 degrees C and BEKU time amount is 60 seconds..

[0027] Therefore, the one where baking temperature is higher has the large rate of cutback-izing of a pattern dimension so that

clearly from drawing 3 and drawing 4. It is suitable for BEKU after this development to carry out at the temperature of the range of 120 degrees C - 130 degrees C.

[0028] As explained above, the amount of cutbacks of a pattern dimension is controllable by baking temperature. Moreover, it does not depend for this amount of dimension cutbacks on the configuration of hole pattern 16a after development. That is, it does not depend for the amount of cutbacks of the pattern dimension of hole pattern 16b on the pattern dimension of a mask 14.

[0029] Drawing 5 is a graph which shows the relation between a mask dimension and a pattern dimension. A mask dimension (micrometer unit) is taken along an axis of abscissa, and the range of 0.2 micrometers - 0.5 micrometers is indicated to be a graduation every 0.05 micrometers. This mask dimension is the value of the aperture of the opening part b of the mask 14 shown in drawing 1 (B). A pattern dimension (micrometer unit) is taken along an axis of ordinate, and the range of 0 micrometer - 0.6 micrometers is indicated to be a graduation every 0.1 micrometers. The measured pattern dimension is the value of the aperture of hole pattern 16b shown in drawing 1 (D).

[0030] Moreover, it is asking for the relation between a mask dimension and a pattern dimension from different baking temperature, respectively. A white round-head notation is among drawing as a result of [when making baking temperature into 90 degrees C] measurement. Each **** notation is mutually combined by Segment a, and it has expressed. Moreover, a rectangular-head notation is as a result of [when making baking temperature into 120 degrees C] measurement. Four angle each notations are mutually combined by Segment b, and it has expressed. Moreover, a triangular notation is as a result of [when making baking temperature into 125 degrees C] measurement. Three angle each notations are mutually combined by Segment c, and it has expressed. Moreover, a reverse triangular notation is as a result of [when making baking temperature into 130 degrees C] measurement. Each reverse triangular notation is mutually combined by Segment d, and it has expressed. In addition, both the BEKU time amount of each BEKU is 60 seconds.

[0031] Drawing 6 is the table showing the aperture value of measured hole pattern 16b. In

the 1st line of a table, baking temperature and BEKU time amount are indicated. Moreover, the mask dimension value (micrometer unit) is indicated to eye 1 of a table train. And the measured value of a pattern dimension is indicated per mum, respectively in each column to which the 2nd line of a table and henceforth [2 train] correspond.

[0032] Therefore, as shown in drawing 5 and drawing 6 , as for a pattern dimension and a mask dimension, it turns out that it has the relation of direct proportion mostly. And it is not based on baking temperature but the rate of change of the pattern dimension to a mask dimension becomes almost fixed. Therefore, it does not depend for the amount of cutbacks of a pattern dimension on the difference in some mask dimension.

[0033] Moreover, it seldom depends for the amount of cutbacks of a pattern dimension also to the difference among exposure conditions etc. For example, a pattern dimension has a small dependence over the focus at the time of exposure (distance between the focus of exposure light, and a resist). Drawing 7 is a graph which shows the relation between a focus and a pattern dimension. A focus (micrometer unit) is taken along an axis of abscissa, and the range of -0.5 micrometers - 1 micrometer is indicated to be a graduation every 0.5 micrometers. Moreover, a pattern dimension (micrometer unit) is taken along an axis of ordinate, and the range of 0 micrometer - 0.3 micrometers is indicated to be a graduation every 0.05 micrometers.

[0034] Moreover, it is asking for the relation between a focus and a pattern dimension from different baking temperature, respectively. A white round-head notation is among drawing 7 as a result of [when making baking temperature into 90 degrees C] measurement. Each **** notation is mutually combined by Segment a, and it has expressed. Moreover, a rectangular-head notation is as a result of [when making baking temperature into 120 degrees C] measurement. Four angle each notations are mutually combined by Segment b, and it has expressed. Moreover, a triangular notation is as a result of [when making baking temperature into 125 degrees C] measurement. Three angle each notations are mutually combined by Segment c, and it has expressed. In addition, both the BEKU time amount of each BEKU is 60 seconds.

[0035] Moreover, drawing 8 is the table showing

the aperture value of measured hole pattern 16b. In the 1st line of a table, baking temperature and BEKU time amount are indicated. Moreover, the focal value (micrometer unit) is indicated to eye 1 of a table train. And the measured value of a pattern dimension is indicated per mum, respectively in each column to which the 2nd line of a table and henceforth [2 train] correspond.

[0036] Therefore, as shown in drawing 7 and drawing 8 , the pattern dimension is almost fixed to change of a focus. That is, change of the pattern dimension by the difference in a focus is small. Therefore, a pattern dimension can be made to reduce according to the approach of the gestalt this operation, without harming the margin to the focus and light exposure in a process conventionally. And by the approach of the gestalt this operation, since setting out of baking temperature is only conventionally changed to a process, it is not necessary to change an equipment configuration. Therefore, a throughput does not fall.

[0037] It explains per [the gestalt of the 2nd operation], next 2nd formation approach of a resist pattern. With reference to drawing 1 (A) - (C) and drawing 9 , it explains about the process of this 2nd formation approach. Drawing 9 is a sectional view with which explanation of the 2nd formation approach is presented.

[0038] First, POJIREJISUTO 12 is applied on the processed film 10 (drawing 1 (A)). Next, 1st exposure of POJIREJISUTO 12 is performed using the predetermined mask 14 (drawing 1 (B)). Next, negatives are developed, the sensitization part of POJIREJISUTO 12 is removed, and temporary resist pattern 12a is formed (drawing 1 (C)). Hole pattern 16a is formed in POJIREJISUTO 12.

[0039] Then, with the gestalt of this operation, 2nd exposure for making imperfection expose temporary resist pattern 12a is performed (drawing 9 (A)). For example, using the usual deep UV one-shot exposure machine, suitable wavelength and light exposure are set up so that temporary resist pattern 12a may not be exposed thoroughly, and complete exposure is performed. In this example of formation, this complete exposure is performed by irradiating the light a of wavelength with a main wavelength of 365nm. Thus, if imperfection sensitization is carried out, the thermal resistance of temporary resist pattern 12a can be raised.

[0040] Next, perform BEKU, temporary resist

pattern 12a is made to transform like the time of the 1st formation approach, and resist pattern 12b is formed (drawing 9 (B)). The pattern dimension (aperture) of hole pattern 16a contracts, and new hole pattern 16b is obtained by this BEKU. However, since imperfection is made to have exposed temporary resist pattern 12a in the 2nd exposure process mentioned above, compared with the case of the 1st formation approach, the amount of cutbacks of a pattern dimension is small.

[0041] Drawing 10 is a graph which shows the BEKU time dependency of a pattern dimension. Time amount is taken along an axis of abscissa, and the dimension is taken and shown on the axis of ordinate. The segments a, b, c, and d shown in drawing 10 are equivalent to the segments a, b, c, and d shown in drawing 2, respectively. The time amount t_2 before the BEKU start time t_0 is made to begin, and the time amount t_3 before the BEKU start time t_0 is made to end the 2nd exposure similarly, as shown in drawing 10. The difference between the 1st formation approach and the 2nd formation approach is the existence of this 2nd exposure. And according to this 2nd formation approach, the rate of the change to the time amount of a pattern dimension becomes small so that clearly from comparison with drawing 2 and drawing 10. Therefore, the amount of dimension cutbacks is controllable by higher precision.

[0042] Next, a actual measurement result is shown in drawing 11 and drawing 12. Drawing 11 is a graph which shows the baking temperature dependency of the amount of dimension cutbacks. Baking temperature (degree-C unit) is taken along an axis of abscissa, and the range of 120 degrees C - 130 degrees C is shown with the graduation on it every 5 degrees C. Moreover, along the axis of ordinate, the amount of dimension cutbacks (micrometer unit) is taken. This amount of dimension cutbacks is an amount expressed on the basis of the pattern dimension when BEKU [the temperature of 90 degrees C]. The amount of dimension cutbacks has indicated the range of 0 micrometer - 0.2 micrometers to be a graduation every 0.05 micrometers.

[0043] The measurement result of the amount of dimension cutbacks at the time of performing 2nd exposure and the measurement result of the amount of dimension cutbacks at the time of not performing 2nd exposure are shown in drawing 11. A white round-head notation is among

drawing as a result of [at the time of not performing 2nd exposure] measurement. Each **** notation is mutually combined by Segment a, and it has expressed. Moreover, a rectangular-head notation is as a result of [at the time of performing 2nd exposure] measurement. Four angle each notations are mutually combined by Segment b, and it has expressed.

[0044] Drawing 12 is the table showing the aperture value of measured hole pattern 16b. Baking temperature is indicated to the 1st line of a table. Moreover, the existence of the 2nd exposure is indicated to eye 1 of a table train. And the measured value of the amount of dimension cutbacks is indicated per mum, respectively in each column to which the 2nd line of a table and henceforth [2 train] correspond.

[0045] As shown in drawing 11 and drawing 12, compared with the case where the direction at the time of performing 2nd exposure is not exposed, change of the amount of dimension cutbacks to change of baking temperature is small. Thus, since the thermal resistance of a resist improves moderately by performing 2nd exposure, the amount of dimension cutbacks changes gently to change of baking temperature.

[0046] Next, with reference to drawing 13 and drawing 14, it explains per [to the light exposure of a pattern dimension] change. Drawing 13 is a graph which shows the light exposure dependency of a pattern dimension (aperture of hole pattern 16b). an axis of abscissa -- light exposure (mJ/cm2 unit) -- taking -- 0 mJ/cm2 - 500 mJ/cm2 the range -- 100 mJ/cm2 every -- it is indicated as the graduation. Moreover, a pattern dimension (micrometer unit) is taken along an axis of ordinate, and the range of 0 micrometer - 0.3 micrometers is indicated to be a graduation every 0.05 micrometers. A white round-head notation shows the measured value of a pattern dimension in a graph, and it combines each **** notation by Segment a, and is shown.

[0047] Moreover, drawing 14 is the table showing the aperture value of measured hole pattern 16b. In the 1st line of a table, it is light exposure mJ/cm2 The unit has indicated. And the measured value of a pattern dimension is indicated per mum in each corresponding column of the 2nd line of a table, respectively.

[0048] In addition, the measurement result shown in drawing 13 and drawing 14 is a thing at the time of performing BEKU for 60 seconds at the temperature of 125 degrees C. As shown in

drawing 13 and drawing 14 , a pattern dimension increases according to the increment in light exposure. That is, the amount of dimension cutbacks can be made small, so that light exposure is made [many].

[0049] As explained above, according to the 2nd formation approach, the amount of dimension cutbacks is controllable by the baking temperature of BEKU after development, and the light exposure of the 2nd exposure. And a hole pattern dimension can be made to reduce like the 1st formation approach mentioned above, without harming the margin to the light exposure and the focus in a process conventionally.

[0050] It explains per [the gestalt of the 3rd operation], next 3rd formation approach of a resist pattern. When the 3rd formation approach and the 2nd formation approach are contrasted, by this 3rd formation approach, the feature is in the point performed at the time of activation of BEKU after developing the 2nd exposure mentioned above.

[0051] First, POJIREJISUTO 12 is applied on the processed film 10 (drawing 1 (A)). Then, 1st exposure of POJIREJISUTO 12 is performed using the predetermined mask 14 (drawing 1 (B)). Next, negatives are developed, the sensitization part of POJIREJISUTO 12 is removed, and temporary resist pattern 12a is formed (drawing 1 (C)).

[0052] Next, it exposes using the aligner (multiple-purpose light unit) with which the BEKU means was built in, performing BEKU. With the gestalt of this operation, temporary resist pattern 12a is exposed immediately after BEKU initiation. This exposure is equivalent to the 2nd exposure explained with the gestalt of the 2nd operation. Therefore, imperfection is made to expose temporary resist pattern 12a in the exposure performed into this BEKU. And the thermal resistance of temporary resist pattern 12a is moderately raised by this exposure.

[0053] Drawing 15 is a graph which shows the BEKU time dependency of a pattern dimension. Time amount is taken along an axis of abscissa, and the dimension is taken and shown on the axis of ordinate. The segments a, b, c, and d shown in drawing 15 are equivalent to the segments a, b, c, and d shown in drawing 2 , respectively. The same time amount as the BEKU start time t_0 is made to start the 2nd exposure, as shown in this graph. Moreover, the time amount t_2 before the BEKU end time t_1 is made to end the 2nd exposure.

Thus, since exposure is made to start in a BEKU process and exposure is terminated in a BEKU process, a throughput does not fall.

[0054] With reference to drawing 16 , it explains about [the gestalt of the 4th operation], next the 4th formation approach of a resist pattern. Drawing 16 is a sectional view with which explanation of the 4th formation approach of a resist pattern is presented. In addition, since the middle includes the same process substantially with the 1st formation approach, with reference to drawing 1 , it explains briefly per this process first.

[0055] First, POJIREJISUTO 12 is applied on the processed film 10 (drawing 1 (A)). Then, 1st exposure of POJIREJISUTO 12 is performed using the predetermined mask 14 (drawing 1 (B)). Next, negatives are developed, the sensitization part of POJIREJISUTO 12 is removed, and temporary resist pattern 12a is formed (drawing 1 (C) and drawing 16 (A)). Therefore, hole pattern 16a is formed in POJIREJISUTO 12.

[0056] And perform the 1st BEKU at temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture, temporary resist pattern 12a is made to transform, and resist pattern 12b is formed (drawing 16 (B)). This BEKU is performed at about 120 degrees C. Temporary resist pattern 12a lacking in thermal resistance produces a heat flow, and a configuration changes with these BEKU. And the pattern dimension (aperture) of hole pattern 16a contracts, and new hole pattern 16b is formed.

[0057] Next, 2nd exposure which exposes resist pattern 12b thoroughly is performed (drawing 16 (C)). That is, the deep UV light of sufficient light exposure which exposes a resist thoroughly is irradiated at resist pattern 12b using a deep UV one-shot exposure machine. Thus, by performing complete exposure, the thermal resistance of resist pattern 12b is raised.

[0058] And the 2nd BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture is performed (drawing 16 (D)). At this BEKU process, since resist pattern 12b has already had sufficient thermal resistance at this event, a heat flow does not arise. Therefore, clearance of the residual solvent whose 1st BEKU process was insufficient, and residual moisture can be performed.

[0059] Drawing 17 is a graph which shows the BEKU time dependency of a pattern dimension. Time amount is taken along an axis of abscissa,

and the dimension is taken and shown on the axis of ordinate. The segments a, b, and c shown in drawing 17 are equivalent to the segments a, b, and c shown in drawing 2, respectively. As shown in this drawing 17, time amount t_0 is made to start the 1st BEKU, and the time amount of t_1 is terminated. Then, the 2nd exposure is started to time amount t_2 , and this exposure is performed to time amount t_3 . And finally the 2nd BEKU is performed in the time amount of t_4 and t_5 .

[0060] Therefore, the amount of dimension cutbacks of a resist pattern is controllable by this formation approach with the 1st baking temperature and the 1st BEKU time amount (t_1-t_0). And it does not depend for the amount of dimension cutbacks on the configuration difference of some hole pattern produced by the variation in the hole pattern dimension after development, and the conditions of the 1st exposure. Therefore, the dimension of a hole pattern can be made to reduce, without harming the margin to the light exposure and the focus in a process conventionally.

[0061] In addition, since thermal resistance of resist pattern 12b improves substantially by 2nd exposure, even if it performs the 2nd BEKU with the same baking temperature as the 1st BEKU, a configuration does not change. Therefore, the 1st BEKU and the 2nd BEKU can be performed using the same BEKU plate, and an additional BEKU plate is not needed.

[0062] It explains per [the gestalt of the 5th operation], next 5th formation approach of a resist pattern. By the 5th formation approach, 2nd exposure is performed at the time of BEKU after development. Deformation of a temporary resist pattern is made to stop by exposing a temporary resist pattern thoroughly in this 2nd exposure. With reference to drawing 1 and drawing 18, it explains about this 5th formation approach.

[0063] First, POJIREJISUTO 12 is applied on the processed film 10 (drawing 1 (A)). Then, 1st exposure of POJIREJISUTO 12 is performed using the predetermined mask 14 (drawing 1 (B)). Next, negatives are developed, the sensitization part of POJIREJISUTO 12 is removed, and temporary resist pattern 12a is formed (drawing 1 (C)). Therefore, hole pattern 16a is formed in POJIREJISUTO 12.

[0064] Next, it exposes using the aligner (multiple-purpose light unit) with which the BEKU means was built in, performing BEKU.

This BEKU is performed at temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture, and is made to transform temporary resist pattern 12a. And after only suitable time amount performs BEKU, temporary resist pattern 12a is exposed. This exposure is equivalent to the 2nd exposure explained with the gestalt of the 4th operation. Therefore, in the exposure performed into this BEKU, temporary resist pattern 12a is exposed thoroughly. And by this exposure, the thermal resistance of temporary resist pattern 12a is raised, and deformation by BEKU is inhibited.

[0065] Drawing 18 is a graph which shows the BEKU time dependency of a pattern dimension. Time amount is taken along an axis of abscissa, and the dimension is taken and shown on the axis of ordinate. The segments a, b, and c shown in drawing 18 are equivalent to the segments a, b, and c shown in drawing 2, respectively.

[0066] BEKU after development is made to start at the time of time amount t_0 , as shown in drawing 18. Then, when temperature is usually highly set up rather than the time of BEKU (in the case of the segments b and c of drawing 18), a pattern dimension decreases with the passage of time (however, as shown in drawing 18, a pattern dimension does not necessarily fall linearly.). Then, the 2nd exposure is made to start at the time of time amount t_1 . It continues to time amount t_2 , and this exposure is performed. Reduction of a pattern dimension stops and predetermined resist pattern 12b, therefore hole pattern 16b are obtained by this exposure (refer to drawing 1 (D)). However, as shown in drawing 18, the cutback of a pattern dimension does not necessarily stop at initiation and coincidence of exposure. After that, BEKU is performed continuously and terminated at the time of the suitable time amount t_3 .

[0067] Thus, by the 5th formation approach, the amount of cutbacks of a pattern dimension is controllable by the temperature of BEKU after development, and time amount (t_1-t_0) after starting BEKU until it starts exposure. Moreover, the light exposure at the time of exposure is controllable by adjusting time amount (t_2-t_1) etc. Moreover, the residual solvent and residual moisture which are contained in resist pattern 12b are thoroughly removable with BEKU after exposure termination. In addition, since it is made to start in a BEKU process and the 2nd exposure is terminated in a BEKU process, a

throughput does not fall.

[0068] It explains per [the gestalt of the 6th operation], next 6th formation approach of a resist pattern. By this 6th formation approach, two exposure is performed during the BEKU activation after development. In the first exposure, imperfection is made to expose temporary resist pattern 12a, and it plans making moderate speed of a cutback of the pattern dimension by BEKU. Moreover, in the next exposure, temporary resist pattern 12a is exposed thoroughly, and the cutback of the pattern dimension by BEKU is stopped.

[0069] First, POJIREJISUTO 12 is applied on the processed film 10 (drawing 1 (A)). Then, 1st exposure of POJIREJISUTO 12 is performed using the predetermined mask 14 (drawing 1 (B)). Next, negatives are developed, the sensitization part of POJIREJISUTO 12 is removed, and temporary resist pattern 12a is formed (drawing 1 (C)).

[0070] Next, it exposes using the aligner (multiple-purpose light unit) with which the BEKU means was built in, performing BEKU. With the gestalt of this operation, temporary resist pattern 12a is exposed immediately after BEKU initiation. This exposure is equivalent to the 2nd exposure explained with the gestalt of the 2nd operation. Therefore, imperfection is made to expose temporary resist pattern 12a in the exposure performed into this BEKU. And the thermal resistance of temporary resist pattern 12a is moderately raised by this exposure.

[0071] Next, after only suitable time amount performs BEKU continuously, 3rd exposure for exposing temporary resist pattern 12a thoroughly is performed. Consequently, deformation of temporary resist pattern 12a stops, and resist pattern 12b is obtained. This 3rd exposure is also performed using the same multiple-purpose light unit as the 2nd exposure. This 3rd exposure is equivalent to the 2nd exposure explained with the gestalt of the 5th operation.

[0072] Drawing 19 is a graph which shows the BEKU time dependency of a pattern dimension. Time amount is taken along an axis of abscissa, and the dimension is taken and shown on the axis of ordinate. The segments a, b, and c shown in drawing 19 are equivalent to the segments a, b, and c shown in drawing 2, respectively.

[0073] The same time amount as the BEKU start time t_0 is made to begin, and the time amount of t_1 is made to end the 2nd exposure, as shown in

drawing 19. Then, the 3rd exposure is made to start at the time of time amount t_2 . It continues to time amount t_3 , and this exposure is performed. Reduction of a pattern dimension stops and predetermined resist pattern 12b, therefore hole pattern 16b are obtained by this exposure (drawing 1 (D)). After that, BEKU is performed continuously and terminated at the time of the suitable time amount t_4 .

[0074] Thus, by the 6th formation approach, the amount of cutbacks of a pattern dimension is controllable by the temperature of BEKU after development, time amount (t_2-t_0) after starting BEKU until it starts the 3rd exposure, and the light exposure at the time of the 2nd exposure. Moreover, the residual solvent and residual moisture which are contained in resist pattern 12b are thoroughly removable with BEKU after exposure termination. In addition, since it is made to start in a BEKU process and the 2nd time and the 3rd exposure are terminated in a BEKU process, a throughput does not fall.

[0075]

[Effect of the Invention] According to the formation approach of the resist pattern this invention, by performing BEKU after development at temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture, a temporary resist pattern is made to transform and a resist pattern is formed. Therefore, a resist pattern more detailed than before can be formed using the conventional KrF light and a chemistry magnification mold resist, without using short wave Nagamitsu, such as ArF light.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing with which explanation of the 1st formation approach of a resist pattern is presented.

[Drawing 2] It is drawing showing the BEKU time dependency of a pattern dimension.

[Drawing 3] It is drawing showing the baking temperature dependency of a pattern dimension.

[Drawing 4] It is drawing showing the baking temperature dependency of a pattern dimension.

[Drawing 5] It is drawing showing the relation between a mask dimension and a pattern dimension.

[Drawing 6] It is drawing showing the relation

between a mask dimension and a pattern dimension.

[Drawing 7] It is drawing showing the relation between a focus and a pattern dimension.

[Drawing 8] It is drawing showing the relation between a focus and a pattern dimension.

[Drawing 9] It is drawing with which explanation of the 2nd formation approach of a resist pattern is presented.

[Drawing 10] It is drawing showing the BEKU time dependency of a pattern dimension.

[Drawing 11] It is drawing showing the baking temperature dependency of the amount of dimension cutbacks.

[Drawing 12] It is drawing showing the baking temperature dependency of the amount of dimension cutbacks.

[Drawing 13] It is drawing showing the light exposure dependency of a pattern dimension.

[Drawing 14] It is drawing showing the light exposure dependency of a pattern dimension.

[Drawing 15] It is drawing showing the BEKU time dependency of a pattern dimension.

[Drawing 16] It is drawing with which explanation of the 4th formation approach of a resist pattern is presented.

[Drawing 17] It is drawing showing the BEKU time dependency of a pattern dimension.

[Drawing 18] It is drawing showing the BEKU time dependency of a pattern dimension.

[Drawing 19] It is drawing showing the BEKU time dependency of a pattern dimension.

[Description of Notations]

10: Processed film 12: POJIREJISUTO

12a: Temporary resist pattern 12b: Resist pattern

14: Mask 16a, 16b: Hole pattern

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-119443

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.⁶
 G 0 3 F 7/40
 7/039
 H 0 1 L 21/027

識別記号
 5 1 1
 6 0 1

F I
 G 0 3 F 7/40 5 1 1
 7/039 6 0 1
 H 0 1 L 21/30 5 6 8

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-280783

(22) 出願日 平成9年(1997)10月14日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 古川 貴光

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72) 発明者 青山 亮一

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

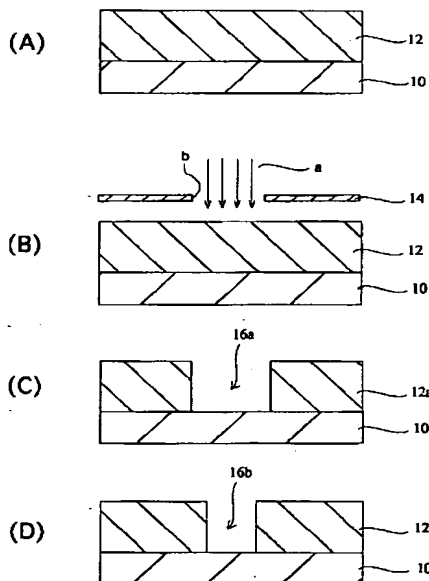
(74) 代理人 弁理士 大垣 孝

(54) 【発明の名称】 レジストパタンの形成方法

(57) 【要約】

【課題】 ArF光(波長198nm)等の短波長光に頼らないレジストパタンの微細化手法を実現する。

【解決手段】 先ず、被加工膜10の上にポジレジスト12を塗布する。次に、所定のマスク14を用いてポジレジストの露光を行う。マスクを介してポジレジストを露光することにより、マスクのパターンをポジレジストに転写する。次に、ポジレジストを現像して仮レジストボタン12aを形成する。マスクの開口部分bに対応した仮レジストボタンの位置にはホールボタン16aが形成される。現像後、仮レジストボタンのベークを行う。このベークにより仮レジストボタンを变形させ、レジストボタン12bを形成する。本来、レジストに対するベークは残留溶媒および残留水分の除去を目的として行うが、この形成例では上記目的の通常のベークよりも高い温度でベークを行う。このように、通常よりも高い温度でベークを行うことによって仮レジストボタンの寸法を縮小させる。この結果、ホールボタンの口径は縮小し、新規のホールボタン16bが形成される。



10: 被加工膜 12: ポジレジスト 12a: 仮レジストボタン
 12b: レジストボタン 14: マスク 16a, 16b: ホールボタン

レジストパタンの第1形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被加工膜の上にレジストを塗布する工程と、

所定のマスクを用いて前記レジストの露光を行う工程と、

と、

前記レジストを現像して仮レジストパターンを形成する工程と、

残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度で現像後のベークを行うことにより前記仮レジストパターンを変形させ、レジストパターンを形成する工程とを含むことを特徴とするレジストパターの形成方法。

【請求項2】 請求項1に記載のレジストパターの形成方法において、

前記現像後のベークは、120℃～130℃の範囲の温度で行うことを特徴とするレジストパターの形成方法。

【請求項3】 被加工膜の上にポジレジストを塗布する工程と、

所定のマスクを用いて前記ポジレジストの第1回目の露光を行う工程と、

現像を行って前記ポジレジストの感光部分を除去し、仮レジストパターンを形成する工程と、

前記仮レジストパターンを不完全に感光させる第2回目の露光を行う工程と、

ベークを行って前記仮レジストパターンを変形させ、レジストパターンを形成する工程とを含むことを特徴とするレジストパターの形成方法。

【請求項4】 請求項3に記載のレジストパターの形成方法において、

前記第2回目の露光を、前記現像後のベークの実行時に 30 行うことを特徴とするレジストパターの形成方法。

【請求項5】 被加工膜の上にポジレジストを塗布する工程と、

所定のマスクを用いて前記ポジレジストの第1回目の露光を行う工程と、

現像を行って前記ポジレジストの感光部分を除去し、仮レジストパターンを形成する工程と、

残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度で第1回目のベークを行って、前記仮レジストパターンを変形させ、レジストパターンを形成する 40 工程と、

前記レジストパターンを完全に感光させる第2回目の露光を行う工程と、

残留溶媒および残留水分の除去を目的とした第2回目のベークを行う工程とを含むことを特徴とするレジストパターの形成方法。

【請求項6】 被加工膜の上にポジレジストを塗布する工程と、

所定のマスクを用いて前記ポジレジストの第1回目の露光を行う工程と、

現像を行って前記ポジレジストの感光部分を除去し、仮レジストパターンを形成する工程と、

残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度でベークを行って、前記仮レジストパターンを変形させる工程とを含み、

前記ベークの実行中に前記仮レジストパターンを完全に感光させる第2回目の露光を行うことにより、当該仮レジストパターの変形を抑止して、レジストパターンを形成することを特徴とするレジストパターの形成方法。

【請求項7】 被加工膜の上にポジレジストを塗布する工程と、

所定のマスクを用いて前記ポジレジストの第1回目の露光を行う工程と、

現像を行って前記ポジレジストの感光部分を除去し、仮レジストパターンを形成する工程と、

残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度でベークを行って、前記仮レジストパターンを変形させる工程とを含み、

前記ベークの実行中に、前記仮レジストパターンを不完全に感光させる第2回目の露光を行い、さらに前記仮レジストパターンを完全に感光させる第3回目の露光を行うことにより、当該仮レジストパターの変形を抑止して、レジストパターンを形成することを特徴とするレジストパターの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体製造工程のホトリソグラフィ工程におけるレジストパターの形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造においては、素子や配線のパター形成方法としてホトリソグラフィ技術が一般的に用いられている。ホトリソグラフィは、基板上に塗布したホトレジストに対してステップ等の露光装置を用いてパターンニングを行うものである。近年のLSIの高集積化および微細化に伴い、より微細なレジストパターンを形成することが要求されている。このため、レジストパターンを形成するための露光光として、水銀ランプのi線（波長365nm）に代わってKrFエキシマレーザのディープUV（紫外）光（波長248nm）が適用され始めてきている。これにより、より微細なレジストパターの形成が可能になってきている。

【0003】但し、従来のi線用レジストは248nmの光波長付近では高い感度を有していない。従って、ディープUV光の波長領域で高い感度を有する専用のレジストを用いなければならない。現在、ディープUV波長領域で比較的高感度を有するレジストとして化学増幅型ポジレジストが市販されている。このタイプのレジストの感度の優位性は今後も変わらず、従ってレジストの主流になってゆくと考えられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、今後も更なるパタンの微細化の要求がなされ、いずれは上述のKrFエキシマレーザおよび化学増幅型ポジレジストを用いたパタン形成方法にも限界がくると予想される。また、ArF光（波長198nm）等の短波長光を用いた露光技術は、現在のところ実用化のめどが立っていない。従って、このような露光光の短波長化に頼らないで、新しくレジストパタンの微細化手法を検討する必要がある。

【0005】

【課題を解決するための手段】そこで、この発明のレジストパタンの形成方法によれば、被加工膜の上にレジストを塗布する工程と、所定のマスクを用いてレジストの露光を行う工程と、レジストを現像して仮レジストパタンを形成する工程と、残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度で現像後のベークを行うことにより仮レジストパタンを変形させ、レジストパタンを形成する工程とを含むことを特徴とする。

【0006】このように、現像後にベークを行うことによって、仮レジストパタンを変形させることができる。これは、耐熱性に乏しいレジストが熱を受けてだれるからである（この現象を熱フローと称する。）。例えば、レジストに形成されたホールパタンでは、ホール周辺のレジスト部分がホール内に溶け込んで、ホールの口径が縮小する。このように、ベークによって仮レジストパタンのパタン寸法を縮小させることができる。しかも、このパタン寸法の縮小は各部分で均一に生じるのでパタン（形状）に依存しない。

【0007】また、パタン寸法の縮小量は、ベークの温度で制御することができる。上述したように、現像後のベークは、残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度で行うと良い。

【0008】例えば、東京応化工業株式会社製の化学増幅型ポジレジストTDUR-P7（商品名）に対しては、通常のベークを90℃程度で行うのが一般的である。しかし、パタン寸法の縮小を目的とする場合には、現像後のベークを120℃～130℃の範囲の温度で行うのが好適である。

【0009】また、この発明のレジストパタンの形成方法によれば、被加工膜の上にポジレジストを塗布する工程と、所定のマスクを用いてポジレジストの第1回目の露光を行う工程と、現像を行ってポジレジストの感光部分を除去し、仮レジストパタンを形成する工程と、仮レジストパタンを不完全に感光させる第2回目の露光を行う工程と、ベークを行って仮レジストパタンを変形させ、レジストパタンを形成する工程とを含むことを特徴とする。

【0010】このように、第1回目の露光後の未感光部分すなわち仮レジストパタンに対して第2回目の露光を

行う。この第2回目の露光では、適当な波長の光で適当な露光量の全面露光を行うようにすると仮レジストパタンの耐熱性が向上する。従って、ベークの温度の変化に対する仮レジストパタンの寸法縮小量が小さくなる。よって、第2回目の露光とベークとによりパタンの寸法縮小量を制御できる。

【0011】また、この発明のレジストパタンの形成方法において、好ましくは、第2回目の露光を、現像後のベークの実行時に行うのが良い。

10 【0012】このようにすると、第2回目の露光がベーク時間内に終了するので、スループットが低下しない。

【0013】また、この発明のレジストパタンの形成方法によれば、被加工膜の上にポジレジストを塗布する工程と、所定のマスクを用いてポジレジストの第1回目の露光を行う工程と、現像を行ってポジレジストの感光部分を除去し、仮レジストパタンを形成する工程と、残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度で第1回目のベークを行って、仮レジストパタンを変形させ、レジストパタンを形成する工程と、レジストパタンを完全に感光させる第2回目の露光を行う工程と、残留溶媒および残留水分の除去を目的とした第2回目のベークを行う工程とを含むことを特徴とする。

【0014】このように、第1回目のベークをパタンの寸法縮小を目的として行い、続いて第2回目の露光を行う。この第2回目の露光では、第1回目のベークにより形成されたレジストパタンを完全に感光させるので、この後に行う第2回目のベークではパタンの変形が生じない。すなわち、この第2回目のベークでは、レジストパタン中に含まれる残留溶媒および残留水分の除去が図れる。このように、パタンの寸法縮小量は、第1回目のベークの温度および時間により制御することができる。

【0015】また、この発明のレジストパタンの形成方法によれば、被加工膜の上にポジレジストを塗布する工程と、所定のマスクを用いてポジレジストの第1回目の露光を行う工程と、現像を行ってポジレジストの感光部分を除去し、仮レジストパタンを形成する工程と、残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度でベークを行って、仮レジストパタンを変形させる工程とを含み、ベークの実行中に仮レジストパタンを完全に感光させる第2回目の露光を行うことにより、当該仮レジストパタンの変形を抑止して、レジストパタンを形成することを特徴とする。

【0016】このように、ベークの途中で第2回目の露光を行うことにより仮レジストパタンを完全に感光させる。従って、仮レジストパタンの寸法縮小量を、ベーク温度と、ベーク開始から第2回目の露光を行うまでの時間とにより制御できる。また、第2回目の露光後は、レジストパタン中に含まれる残留溶媒および残留水分の除去を目的として継続的にベークを行うことができる。従

って、スルーブットが低下しない。

【0017】また、この発明のレジストパタンの形成方法によれば、被加工膜の上にポジレジストを塗布する工程と、所定のマスクを用いてポジレジストの第1回目の露光を行う工程と、現像を行ってポジレジストの感光部分を除去し、仮レジストパタンを形成する工程と、残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度でベークを行って、仮レジストパタンを變形させる工程とを含み、ベークの実行中に、仮レジストパタンを不完全に感光させる第2回目の露光を行い、さらに仮レジストパタンを完全に感光させる第3回目の露光を行うことにより、当該仮レジストパタンの變形を抑止して、レジストパタンを形成することを特徴とする。

【0018】このように、ベークの途中で第2回目の露光を行うことにより仮レジストパタンを不完全に感光させる。この結果、仮レジストパタンの耐熱性が向上する。続いて、ベークの実行中に第3回目の露光を行うことにより仮レジストパタンを完全に感光させる。従って、仮レジストパタンの寸法縮小量を、ベーク温度と、第2回目の露光における露光量と、ベーク開始から第3回目の露光を行うまでの時間とにより制御できる。また、第3回目の露光後は、レジストパタン中に含まれる残留溶媒および残留水分の除去を目的として継続的にベークを行うことができる。従って、スルーブットが低下しない。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図を参照して、この発明の実施の形態につき説明する。尚、図は、この発明が理解できる程度に形状等を概略的に示してあるに過ぎない。また、以下に記載する数値条件や材料等は単なる一例に過ぎない。従って、この発明は、この実施の形態に何ら限定されることがない。

【0020】【第1の実施の形態】この実施の形態では、レジストパタンの第1形成方法につき説明する。図1は、レジストパタンの第1形成方法の説明に供する断面図である。この方法では、先ず、被加工膜10の上にポジレジスト12を塗布する(図1(A))。被加工膜10は、レジストパタンを用いたエッチングによりパターンニングを行う膜である。このレジストパタンはポジレジスト12を加工して形成する。ポジレジスト12としては、化学増幅型ポジレジスト(東京応化工業株式会社製のTDUR-P7)を用いている。ポジレジスト12は、回転塗布法によって被加工膜10の上面に塗布して形成する。この例では、10000Å(オングストローム)の膜厚のポジレジスト12を形成している。

【0021】次に、所定のマスク14を用いてポジレジスト12の露光を行う(図1(B))。マスク14を介してポジレジスト12を露光することにより、マスク14のボタンをポジレジスト12に転写する。この実施の形態では、この露光をKrFエキシマレーザ光aを用い

て行う。つまり、マスク14の開口部分bを通して、ポジレジスト12に248nmの波長のレーザ光を照射する。この結果、レーザ光で照射されたポジレジスト12の部分が感光する。よって、ポジレジスト12には、マスク14のボタンを反映した潜像が未感光部分として形成される。尚、ポジレジスト12とマスク14との位置関係等は、各種の露光方式に応じて適当に設定すればよい。

【0022】次に、ポジレジスト12を現像して仮レジストパタン12aを形成する(図1(C))。現像液としてはTMAH水溶液等のアルカリ水溶液を用いている。この現像液に露光の終了した被加工膜10を浸漬させて、ポジレジスト12の感光部分を選択的に溶解して除去する。すると、ポジレジスト12の潜像に対応したボタンが被加工膜10上に残存するので、所定のボタンの仮レジストパタン12aが得られる。図1(C)に示すように、マスク14の開口部分bに対応した仮レジストパタン12aの位置にホールボタン16aが形成される。

【0023】現像後、仮レジストパタン12aのベークを行う。このベークにより仮レジストパタン12aを變形させ、レジストパタン12bを形成する(図1

(D))。本来ならば、レジストに対するベークは、残留溶媒および残留水分の除去を目的として行う。しかし、この実施の形態では、上記目的の通常のベークよりも高い温度でベークを行う。このように、通常よりも高い温度でベークを行うことによって仮レジストパタン12aの寸法を縮小させる。つまり、ホールボタン16aの口径を縮小させて新規のホールボタン16bを形成する。

【0024】図2は、ボタン寸法のベーク時間依存性を模式的に示すグラフである。横軸に時間を取り、縦軸に寸法を取って示してある。図中、時間t0はベーク開始時間であり、時間t1はベーク終了時間である。また、図2に示す線分a、b、cおよびdの各々は、それぞれベーク温度を異ならせたときのボタン寸法値(ホールボタン16b(16a)の口径値)の時間変化を示している。線分aは、通常のベーク温度を設定した場合の寸法変化を示す。また、線分b、cおよびdは、通常のベーク温度よりも温度を高く設定した場合の寸法変化を示す。尚、線分b、cおよびdは、この順序でベーク温度を高く設定した場合に相当する。例えば、通常のベーク時のベーク温度を90℃とするとき、この実施の形態では、120℃や125℃や130℃の温度でベークを行う。この場合、線分aは90℃のときの寸法変化を示し、線分bは120℃のときの寸法変化を示し、線分cは125℃のときの寸法変化を示し、線分dは130℃のときの寸法変化を示す。図2に示すように、ベーク実行中は時間の経過とともにボタン寸法が縮小する。そして、各線分の対比から明らかなように、ベーク温度の高

10

20

30

40

50

い方がボタン寸法の縮小率が大きい。

【0025】図3は、ボタン寸法のベーク温度依存性を示すグラフである。横軸にベーク温度(℃単位)を取り、80℃～130℃の範囲を10℃ごとに目盛って示してある。また、縦軸にボタン寸法(μm単位)を取り、0.15μm～0.3μmの範囲を0.05μmごとに目盛って示してある。グラフ中には、測定したホールボタン16bの口径を、ベーク温度に対応させて、白丸記号で示してある。尚、ベーク時間(すなわち(t1-t0)の時間に相当する。)は60秒とした。

【0026】また、図4は、測定したホールボタン16bの口径値を示す表である。表の1行目には、ベーク温度およびベーク時間を記載してある。そして、表の2行目には、対応する測定値をμm単位で記載してある。すなわち、「90℃60s」(すなわちベーク温度が90℃、ベーク時間が60秒である。)のときに口径値が0.269μm、「120℃60s」(すなわちベーク温度が120℃、ベーク時間が60秒である。)のときに口径値が0.245μm、および「125℃60s」(すなわちベーク温度が125℃、ベーク時間が60秒である。)のときに口径値が0.174μmである。

【0027】従って、図3および図4から明らかなように、ベーク温度の高い方がボタン寸法の縮小化の速度が大きい。この現像後のベークは、例えば120℃～130℃の範囲の温度で行うのが好適である。

【0028】以上説明したように、ボタン寸法の縮小量は、ベーク温度によって制御することができる。また、この寸法縮小量は、現像後のホールボタン16aの形状には依存しない。すなわち、ホールボタン16bのボタン寸法の縮小量は、マスク14のボタン寸法に依存しない。

【0029】図5は、マスク寸法とボタン寸法との関係を示すグラフである。横軸にはマスク寸法(μm単位)を取り、0.2μm～0.5μmの範囲を0.05μmごとに目盛って示してある。このマスク寸法は、図1(B)に示すマスク14の開口部分bの口径の値である。縦軸にはボタン寸法(μm単位)を取り、0μm～0.6μmの範囲を0.1μmごとに目盛って示してある。測定したボタン寸法は、図1(D)に示すホールボタン16bの口径の値である。

【0030】また、マスク寸法とボタン寸法との関係を、異なるベーク温度に対してそれぞれ求めている。図中、白丸記号はベーク温度を90℃としたときの測定結果である。各白丸記号を線分aによって互いに結合して表してある。また、四角記号はベーク温度を120℃としたときの測定結果である。各四角記号を線分bによって互いに結合して表してある。また、三角記号はベーク温度を125℃としたときの測定結果である。各三角記号を線分cによって互いに結合して表してある。また、逆三角記号はベーク温度を130℃としたときの測定結

果である。各逆三角記号を線分dによって互いに結合して表してある。尚、各ベークのベーク時間は共に60秒である。

【0031】図6は、測定したホールボタン16bの口径値を示す表である。表の1行目には、ベーク温度およびベーク時間を記載してある。また、表の1列目には、マスク寸法値(μm単位)を記載してある。そして、表の2行目以降および2列目以降の対応する各欄に、ボタン寸法の測定値をそれぞれμm単位で記載してある。

【0032】従って、図5および図6に示すように、ボタン寸法とマスク寸法とは、ほぼ正比例の関係にあることが分かる。しかも、ベーク温度によらず、マスク寸法に対するボタン寸法の変化率がほぼ一定となる。よって、ボタン寸法の縮小量は、若干のマスク寸法の違いには依存しない。

【0033】また、ボタン寸法の縮小量は、露光条件の違いなどに対してもあまり依存しない。例えば、ボタン寸法は、露光時のフォーカス(露光光の焦点とレジストとの間の距離)に対する依存度が小さい。図7は、フォーカスとボタン寸法との関係を示すグラフである。横軸にはフォーカス(μm単位)を取り、-0.5μm～1μmの範囲を0.5μmごとに目盛って示してある。また、縦軸にはボタン寸法(μm単位)を取り、0μm～0.3μmの範囲を0.05μmごとに目盛って示してある。

【0034】また、フォーカスとボタン寸法との関係を、異なるベーク温度に対してそれぞれ求めている。図7中、白丸記号はベーク温度を90℃としたときの測定結果である。各白丸記号を線分aによって互いに結合して表してある。また、四角記号はベーク温度を120℃としたときの測定結果である。各四角記号を線分bによって互いに結合して表してある。また、三角記号はベーク温度を125℃としたときの測定結果である。各三角記号を線分cによって互いに結合して表してある。尚、各ベークのベーク時間は共に60秒である。

【0035】また、図8は、測定したホールボタン16bの口径値を示す表である。表の1行目には、ベーク温度およびベーク時間を記載してある。また、表の1列目には、フォーカス値(μm単位)を記載してある。そして、表の2行目以降および2列目以降の対応する各欄に、ボタン寸法の測定値をそれぞれμm単位で記載してある。

【0036】従って、図7および図8に示すように、ボタン寸法はフォーカスの変化に対してほぼ一定である。つまり、フォーカスの違いによるボタン寸法の変化は小さい。よって、この実施の形態の方法によれば、従来プロセスでのフォーカスや露光量に対するマージンを損なうことなく、ボタン寸法を縮小させることができる。しかも、この実施の形態の方法では、従来プロセスに対してベーク温度の設定を変更するだけであるから、装置構

10

20

30

40

50

成を変更する必要がない。よって、スループットが低下しない。

【0037】〔第2の実施の形態〕次に、レジストパタンの第2形成方法につき説明する。この第2形成方法の工程につき、図1(A)～(C)および図9を参照して説明する。図9は、第2形成方法の説明に供する断面図である。

【0038】まず、被加工膜10の上にポジレジスト12を塗布する(図1(A))。次に、所定のマスク14を用いてポジレジスト12の第1回目の露光を行う(図1(B))。次に、現像を行ってポジレジスト12の感光部分を除去し、仮レジストパタン12aを形成する(図1(C))。ポジレジスト12にはホールパタン16aが形成される。

【0039】続いて、この実施の形態では、仮レジストパタン12aを不完全に感光させるための第2回目の露光を行う(図9(A))。例えば、通常のディープUV一括露光機を用いて、仮レジストパタン12aを完全に感光させないように適当な波長および露光量を設定して、全面露光を行う。この形成例では、この全面露光は、中心波長365nmの波長の光aを照射して行っている。このように、不完全感光させると、仮レジストパタン12aの耐熱性を向上させることができる。

【0040】次に、第1形成方法のときと同様に、ベークを行って仮レジストパタン12aを変形させ、レジストパタン12bを形成する(図9(B))。このベークにより、ホールパタン16aのパタン寸法(口径)が縮小して、新たなホールパタン16bが得られる。但し、上述した第2回目の露光工程において仮レジストパタン12aを不完全に感光させてあるので、第1形成方法の場合と比べるとパタン寸法の縮小量が小さい。

【0041】図10は、パタン寸法のベーク時間依存性を示すグラフである。横軸に時間を取り、縦軸に寸法を取って示している。図10に示す線分a、b、cおよびdは、それぞれ図2に示した線分a、b、cおよびdに対応している。図10に示すように、第2回目の露光は、ベーク開始時間t0よりも前の時間t2に開始させ、同じくベーク開始時間t0よりも前の時間t3に終了させる。第1形成方法と第2形成方法との違いは、この第2回目の露光の有無である。そして、この第2形成方法によれば、図2と図10との対比から明らかなように、パタン寸法の時間に対する変化の率が小さくなる。従って、より高い精度で寸法縮小量を制御することができる。

【0042】次に、実際の測定結果を図11および図12に示す。図11は、寸法縮小量のベーク温度依存性を示すグラフである。横軸にベーク温度(℃単位)を取り、120℃～130℃の範囲を5℃ごとに目盛って示してある。また、縦軸には寸法縮小量(μm単位)を取っている。この寸法縮小量は、90℃の温度でベークし

たときのパタン寸法を基準にして表した量である。寸法縮小量は、0μm～0.2μmの範囲を0.05μmごとに目盛って示してある。

【0043】図11には、第2回目の露光を行った場合の寸法縮小量の測定結果と、第2回目の露光を行わなかった場合の寸法縮小量の測定結果とを示してある。図中、白丸記号は第2回目の露光を行わなかった場合の測定結果である。各白丸記号を線分aによって互いに結合して表してある。また、四角記号は第2回目の露光を行った場合の測定結果である。各四角記号を線分bによって互いに結合して表してある。

【0044】図12は、測定したホールパタン16bの口径値を示す表である。表の1行目にはベーク温度を記載してある。また、表の1列目には第2回目の露光の有無を記載してある。そして、表の2行目以降および2列目以降の対応する各欄に、寸法縮小量の測定値をそれぞれμm単位で記載してある。

【0045】図11および図12に示すように、第2回目の露光を行った場合の方が露光を行わない場合に比べて、ベーク温度の変化に対する寸法縮小量の変化が小さい。このように、第2回目の露光を行うことによってレジストの耐熱性が適度に向上するので、ベーク温度の変化に対して寸法縮小量が緩やかに変化する。

【0046】次に、図13および図14を参照して、パタン寸法の露光量に対する変化につき説明する。図13は、パタン寸法(ホールパタン16bの口径)の露光量依存性を示すグラフである。横軸に露光量(mJ/cm²単位)を取り、0mJ/cm²～500mJ/cm²の範囲を100mJ/cm²ごとに目盛って示してある。また、縦軸にはパタン寸法(μm単位)を取り、0μm～0.3μmの範囲を0.05μmごとに目盛って示してある。パタン寸法の測定値はグラフ中に白丸記号で示し、各白丸記号を線分aによって結合して示してある。

【0047】また、図14は、測定したホールパタン16bの口径値を示す表である。表の1行目には、露光量をmJ/cm²単位で記載してある。そして、表の2行目の対応する各欄に、パタン寸法の測定値をそれぞれμm単位で記載してある。

【0048】尚、図13および図14に示す測定結果は、125℃の温度で60秒間のベークを行った場合のものである。図13および図14に示すように、露光量の増加に従いパタン寸法が増加する。つまり、露光量を多くするほど寸法縮小量を小さくすることができる。

【0049】以上説明したように、第2形成方法によれば、現像後のベークのベーク温度および第2回目の露光の露光量により寸法縮小量を制御できる。しかも、上述した第1形成方法と同様に、従来プロセスでの露光量およびフォーカスに対するマージンを損なうことなく、ホールパタン寸法を縮小させることができる。

【0050】〔第3の実施の形態〕次に、レジストパタンの第3形成方法につき説明する。第3形成方法と第2形成方法とを対比すると、この第3形成方法では、上述した第2回目の露光を現像後のベークの実行時に行う点に特色がある。

【0051】まず、被加工膜10の上にポジレジスト12を塗布する(図1(A))。続いて、所定のマスク14を用いてポジレジスト12の第1回目の露光を行う(図1(B))。次に、現像を行ってポジレジスト12の感光部分を除去し、仮レジストパタン12aを形成する(図1(C))。

【0052】次に、ベーク手段が内蔵された露光装置(多目的光ユニット)を用いて、ベークを行いながら露光を行う。この実施の形態では、ベーク開始の直後に仮レジストパタン12aの露光を行う。この露光は、第2の実施の形態で説明した第2回目の露光に相当する。従って、このベーク中に行う露光では、仮レジストパタン12aを不完全に感光させる。そして、この露光により、仮レジストパタン12aの耐熱性を適度に向上させる。

【0053】図15は、パタン寸法のベーク時間依存性を示すグラフである。横軸に時間を取り、縦軸に寸法を取って示している。図15に示す線分a、b、cおよびdは、それぞれ図2に示した線分a、b、cおよびdに対応している。このグラフに示すように、第2回目の露光は、ベーク開始時間t0と同一の時間に開始させる。また、第2回目の露光は、ベーク終了時間t1よりも前の時間t2に終了させる。このように、ベーク工程中に露光を開始させてベーク工程中に露光を終了させるので、スルーショットが低下しない。

【0054】〔第4の実施の形態〕次に、レジストパタンの第4形成方法につき、図16を参照して説明する。図16は、レジストパタンの第4形成方法の説明に供する断面図である。尚、途中までは第1形成方法と実質的に同じ工程を含むので、最初に、この工程につき図1を参照して簡単に説明する。

【0055】まず、被加工膜10の上にポジレジスト12を塗布する(図1(A))。続いて、所定のマスク14を用いてポジレジスト12の第1回目の露光を行う(図1(B))。次に、現像を行ってポジレジスト12の感光部分を除去し、仮レジストパタン12aを形成する(図1(C))および図16(A))。よって、ポジレジスト12にホールパタン16aが形成される。

【0056】そして、残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度で第1回目のベークを行って、仮レジストパタン12aを変形させ、レジストパタン12bを形成する(図16(B))。このベークを例えば120℃程度で行う。このベークにより、耐熱性に乏しい仮レジストパタン12aは熱フローを生じて形状が変化する。そして、ホールパタン16a

のパタン寸法(口径)が縮小して、新たなホールパタン16bが形成される。

【0057】次に、レジストパタン12bを完全に感光させる第2回目の露光を行う(図16(C))。すなわち、ディープUV一括露光機を用いて、レジストを完全に感光させる十分な露光量のディープUV光をレジストパタン12bに照射する。このように全面露光を行うことにより、レジストパタン12bの耐熱性を向上させる。

【0058】そして、残留溶媒および残留水分の除去を目的とした第2回目のベークを行う(図16(D))。このベーク工程では、この時点で既にレジストパタン12bが十分な耐熱性を有しているために熱フローが生じない。従って、第1回目のベーク工程では不十分であった残留溶媒および残留水分の除去が行える。

【0059】図17は、パタン寸法のベーク時間依存性を示すグラフである。横軸に時間を取り、縦軸に寸法を取って示している。図17に示す線分a、bおよびcは、それぞれ図2に示した線分a、bおよびcに対応している。この図17に示すように、第1回目のベークを時間t0に開始させ、t1の時間に終了させる。続いて、時間t2に第2回目の露光を開始して、この露光を時間t3まで行う。そして、最後に、第2回目のベークをt4およびt5の時間内に行う。

【0060】従って、この形成方法では、レジストパタンの寸法縮小量を、第1回目のベーク温度および第1回目のベーク時間(t1-t0)により制御できる。そして、寸法縮小量は、現像後のホールパタン寸法や、第1回目の露光の条件のバラツキにより生じる若干のホールパタンの形状差などには依存しない。よって、従来プロセスでの露光量およびフォーカスに対するマージンを損なうことなく、ホールパタンの寸法を縮小させることができる。

【0061】尚、レジストパタン12bは第2回目の露光によって耐熱性が大幅に向上するので、第2回目のベークを第1回目のベークと同じベーク温度で行っても形状が変化しない。従って、第1回目のベークと第2回目のベークとを同じベークプレートを用いて行うことができ、追加のベークプレートを必要としない。

【0062】〔第5の実施の形態〕次に、レジストパタンの第5形成方法につき説明する。第5形成方法では、現像後のベーク時に第2回目の露光を行う。この第2回目の露光では、仮レジストパタンを完全に感光させることにより、仮レジストパタンの変形をストップさせる。この第5形成方法につき、図1および図18を参照して説明する。

【0063】まず、被加工膜10の上にポジレジスト12を塗布する(図1(A))。続いて、所定のマスク14を用いてポジレジスト12の第1回目の露光を行う(図1(B))。次に、現像を行ってポジレジスト12

の感光部分を除去し、仮レジストボタン12aを形成する(図1(C))。よって、ポジレジスト12にホールボタン16aが形成される。

【0064】次に、ベーク手段が内蔵された露光装置(多目的光ユニット)を用いて、ベークを行いながら露光を行う。このベークは、残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度で行い、仮レジストボタン12aを変形させる。そして、適当な時間だけベークを行った後に仮レジストボタン12aの露光を行う。この露光は、第4の実施の形態で説明した第2回目の露光に相当する。従って、このベーク中に行う露光では、仮レジストボタン12aを完全に感光させる。そして、この露光により、仮レジストボタン12aの耐熱性を向上させて、ベークによる変形を抑止する。

【0065】図18は、ボタン寸法のベーク時間依存性を示すグラフである。横軸に時間を取り、縦軸に寸法を取って示している。図18に示す線分a、bおよびcは、それぞれ図2に示した線分a、bおよびcに対応している。

【0066】図18に示すように、現像後のベークは時間t0のときに開始させる。すると、通常ベーク時よりも温度を高く設定した場合(図18の線分bおよびcの場合)には、時間の経過とともにボタン寸法が減少してゆく(但し、図18に示すようにボタン寸法が直線的に低下してゆくとは限らない。)。続いて、時間t1のときに第2回目の露光を開始させる。この露光は時間t2まで継続して行う。この露光により、ボタン寸法の減少が止まり、所定のレジストボタン12b従ってホールボタン16bが得られる(図1(D)参照。但し、図18に示すように、露光の開始と同時にボタン寸法の縮小が止まるわけではない。)。その後も、ベークは継続して行い、適当な時間t3のときに終了させる。

【0067】このように、第5形成方法では、ボタン寸法の縮小量を、現像後のベークの温度と、ベークを開始してから露光を開始するまでの時間($t_1 - t_0$)とで制御することができる。また、露光時の露光量は時間($t_2 - t_1$)などを調節することによって制御することができる。また、露光終了後のベークにより、レジストボタン12b中に含まれる残留溶媒および残留水分を完全に除去することができる。尚、第2回目の露光は、ベーク工程中に開始させてベーク工程中に終了させるので、スループットが低下しない。

【0068】[第6の実施の形態] 次に、レジストボタンの第6形成方法につき説明する。この第6形成方法では、現像後のベーク実行中に2回の露光を行う。初めの露光では仮レジストボタン12aを不完全に感光させて、ベークによるボタン寸法の縮小の速さを適度なものとすることを図る。また、次の露光では仮レジストボタン12aを完全に感光させて、ベークによるボタン寸法の縮小を止める。

【0069】まず、被加工膜10の上にポジレジスト12を塗布する(図1(A))。続いて、所定のマスク14を用いてポジレジスト12の第1回目の露光を行う(図1(B))。次に、現像を行ってポジレジスト12の感光部分を除去し、仮レジストボタン12aを形成する(図1(C))。

【0070】次に、ベーク手段が内蔵された露光装置(多目的光ユニット)を用いて、ベークを行いながら露光を行う。この実施の形態では、ベーク開始の直後に仮レジストボタン12aの露光を行う。この露光は、第2の実施の形態で説明した第2回目の露光に相当する。従って、このベーク中に行う露光では、仮レジストボタン12aを不完全に感光させる。そして、この露光により、仮レジストボタン12aの耐熱性を適度に向上させる。

【0071】次に、適当な時間だけベークを継続的行った後、仮レジストボタン12aを完全に感光させるための第3回目の露光を行う。この結果、仮レジストボタン12aの変形が止まり、レジストボタン12bが得られる。この第3回目の露光も第2回目の露光と同様の多目的光ユニットを用いて行う。この第3回目の露光は、第5の実施の形態で説明した第2回目の露光に相当する。

【0072】図19は、ボタン寸法のベーク時間依存性を示すグラフである。横軸に時間を取り、縦軸に寸法を取って示している。図19に示す線分a、bおよびcは、それぞれ図2に示した線分a、bおよびcに対応している。

【0073】図19に示すように、第2回目の露光は、ベーク開始時間t0と同一の時間に開始させて、t1の時間に終了させる。続いて、時間t2のときに第3回目の露光を開始させる。この露光は時間t3まで継続して行う。この露光により、ボタン寸法の減少が止まり、所定のレジストボタン12b従ってホールボタン16bが得られる(図1(D))。その後も、ベークは継続して行い、適当な時間t4のときに終了させる。

【0074】このように、第6形成方法では、ボタン寸法の縮小量を、現像後のベークの温度と、ベークを開始してから第3回目の露光を開始するまでの時間($t_2 - t_0$)と、第2回目の露光時の露光量とで制御できる。また、露光終了後のベークにより、レジストボタン12b中に含まれる残留溶媒および残留水分を完全に除去することができる。尚、第2回目および第3回目の露光はベーク工程中に開始させてベーク工程中に終了させるので、スループットが低下しない。

【0075】

【発明の効果】この発明のレジストボタンの形成方法によれば、残留溶媒および残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度で現像後のベークを行うことにより仮レジストボタンを変形させ、レジストボタンを

10

20

30

40

50

形成する。従って、従来よりも微細なレジストパターンを、ArF光などの短波長光を用いず、従来のKrF光および化学増幅型レジストを用いて形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】レジストパタンの第1形成方法の説明に供する図である。

【図2】ボタン寸法のベーク時間依存性を示す図である。

【図3】ボタン寸法のベーク温度依存性を示す図である。

【図4】ボタン寸法のベーク温度依存性を示す図である。

【図5】マスク寸法とボタン寸法との関係を示す図である。

【図6】マスク寸法とボタン寸法との関係を示す図である。

【図7】フォーカスとボタン寸法との関係を示す図である。

【図8】フォーカスとボタン寸法との関係を示す図である。

【図9】レジストパタンの第2形成方法の説明に供する図である。

【図10】ボタン寸法のベーク時間依存性を示す図である。

【図11】寸法縮小量のベーク温度依存性を示す図である。

【図12】寸法縮小量のベーク温度依存性を示す図である。

【図13】ボタン寸法の露光量依存性を示す図である。

【図14】ボタン寸法の露光量依存性を示す図である。

【図15】ボタン寸法のベーク時間依存性を示す図である。

【図16】レジストパタンの第4形成方法の説明に供する図である。

【図17】ボタン寸法のベーク時間依存性を示す図である。

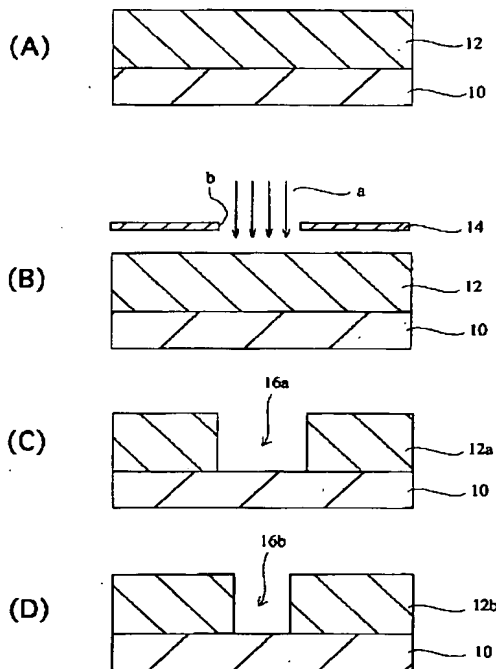
【図18】ボタン寸法のベーク時間依存性を示す図である。

【図19】ボタン寸法のベーク時間依存性を示す図である。

【符号の説明】

10：被加工膜 12：ポジレジスト
12a：仮レジストパターン 12b：レジストパターン
14：マスク 16a, 16b：ホールパターン

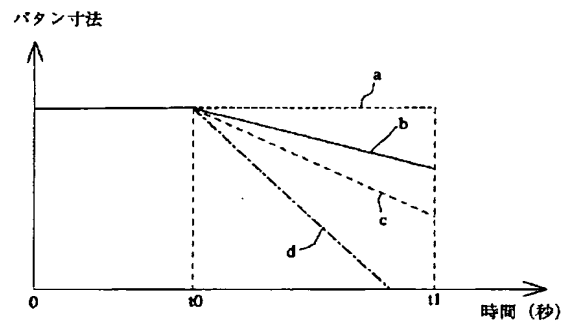
【図1】



10：被加工膜 12：ポジレジスト 12a：仮レジストパターン
12b：レジストパターン 14：マスク 16a, 16b：ホールパターン

レジストパタンの第1形成方法

【図2】



ボタン寸法のベーク時間依存性

【図4】

90℃60s	120℃60s	125℃60s
0.269	0.245	0.174

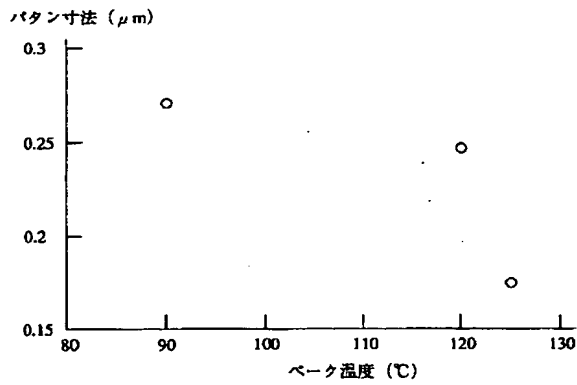
マスク寸法のベーク温度依存性

【図14】

0	10	50	100	300	500
0.147	0.161	0.197	0.253	0.286	0.285

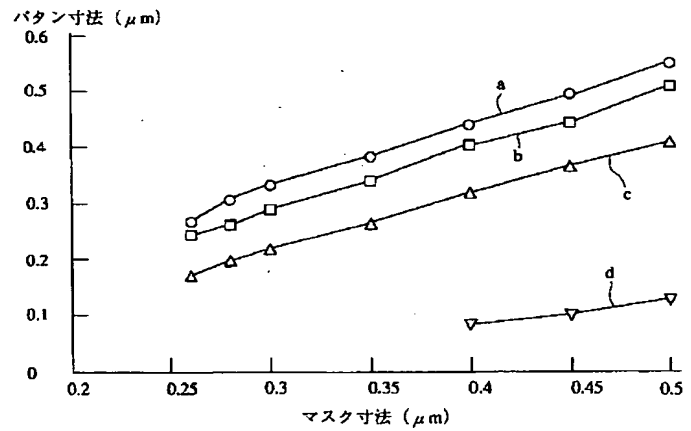
ボタン寸法の露光量依存性

【図 3】



パターン寸法のバーク温度依存性

【図 5】



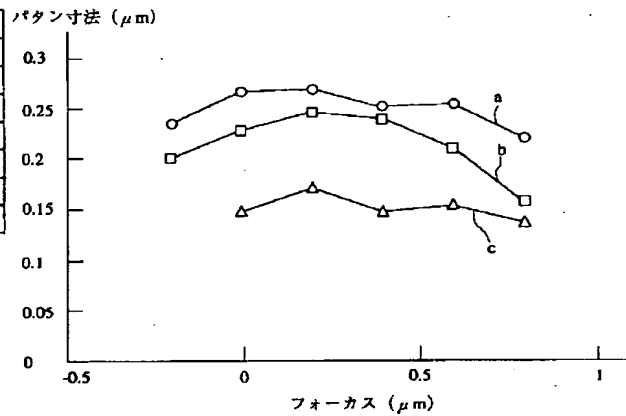
マスク寸法とパターン寸法との関係

【図 6】

	90℃60s	120℃60s	125℃60s	130℃60s
0.26	0.269	0.245	0.17	
0.28	0.311	0.262	0.197	
0.3	0.336	0.29	0.22	
0.35	0.388	0.343	0.266	
0.4	0.448	0.409	0.322	0.073
0.45	0.5	0.451	0.371	0.105
0.5	0.56	0.518	0.417	0.136

マスク寸法とパターン寸法との関係

【図 7】



フォーカスとパターン寸法との関係

【図 8】

	90℃60s	120℃60s	125℃60s
-0.2	0.234	0.199	
0	0.266	0.227	0.147
0.2	0.269	0.245	0.17
0.4	0.252	0.238	0.147
0.6	0.253	0.21	0.154
0.8	0.22	0.157	0.137

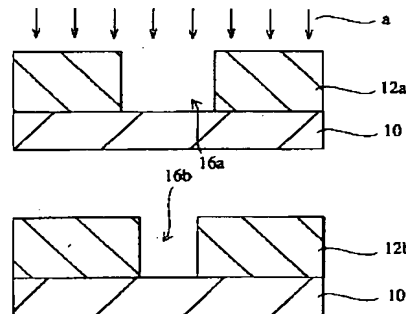
フォーカスとパターン寸法との関係

【図 1 2】

	120℃	125℃	130℃
露光無	0.024	0.095	
露光有	0.056	0.077	0.172

寸法微小量のバーク温度依存性

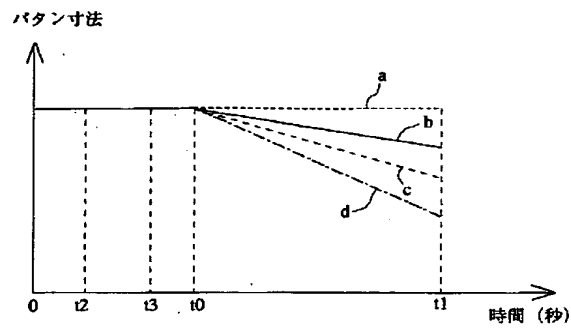
(A)



3)

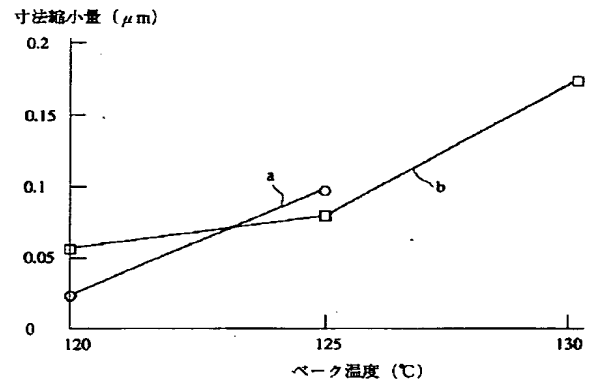
レジストパタンの第2形成方法

【図 10】



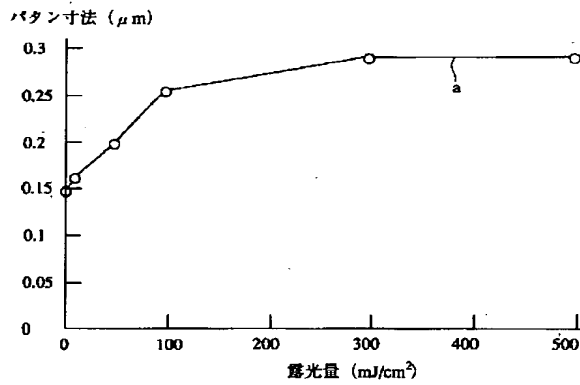
ボタン寸法のピーク時間依存性

【図 11】



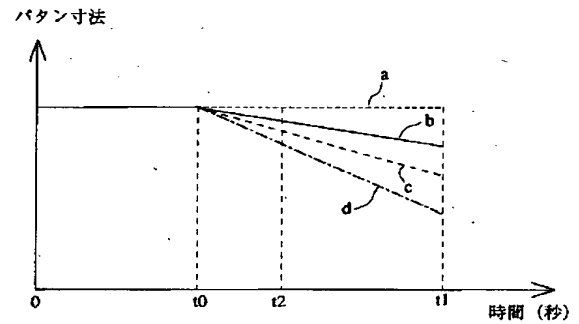
寸法縮小量のピーク温度依存性

【図 13】



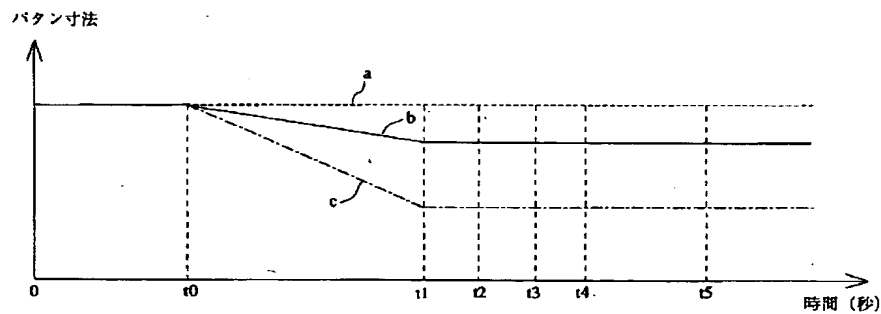
ボタン寸法の露光量依存性

【図 15】



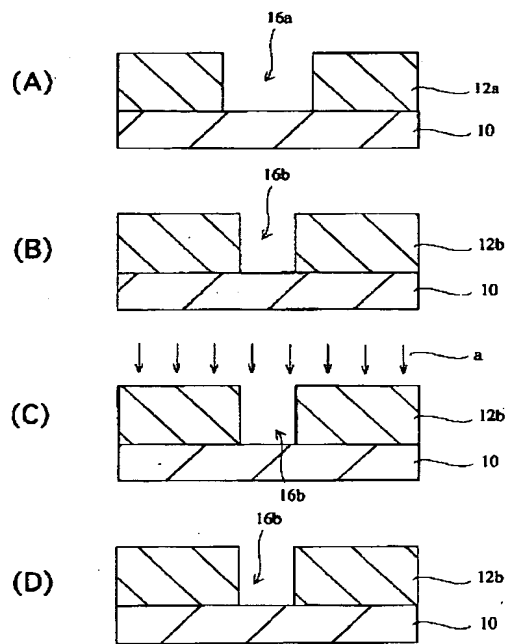
ボタン寸法のピーク時間依存性

【図 17】



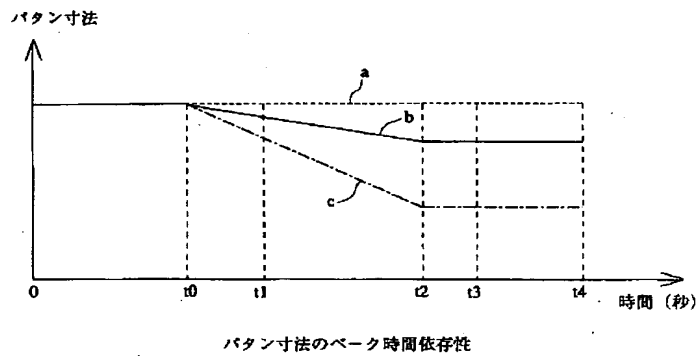
ボタン寸法のピーク時間依存性

【図 16】



レジストパタンの第4形成方法

【図 19】



【図 18】

